

**Method for two-way transmission of digital signals**

Patenttinumero: DE3643834  
Julkaisupäivä: 1988-06-30  
Keksijä(t): SINEMUS ERICH PROF DR ING (DE); GUTERMUTH DIETMAR DIPL ING (DE)  
  
Hakija(t):: RHEYDT KABELWERK AG (DE)  
Pyydetty patentti: ☐ DE3643834  
Hakemusnumero: DE19863643834 19861220  
Prioriteettinumero (t): DE19863643834 19861220  
IPC-luokitus H04L5/22 ; H04L5/14  
EC-luokitus H04L5/16, H04L12/40  
Vastineet:

**Tiivistelmä**

In a method for two-way transmission of digital signals on a single transmission line following a control procedure using the master-slave principle, a time division multiplex coding device being provided for multi-channel transmission and a plurality of transmission channels being combined in one frame, it is provided that the temporal position of the frame for the received pulses is checked by a synchronisation device and, for transmission pulses, the frame is moved to a temporal position which is such that overlap of transmit and receive frames in the respective transmitter or receiver is prevented regardless of distance, and that the frames are transmitted cyclically and transmission and reception are performed simultaneously within the cycle period in relation to the duration of the entire message.

Tiedot otettu esp@cenetin testitietokannasta - 12

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



②1 Aktenzeichen: P 36 43 834.0  
②2 Anmeldetag: 20. 12. 86  
④3 Offenlegungstag: 30. 6. 88

DE 3643834 A1

⑦1 Anmelder:  
AEG Kabel AG, 4050 Mönchengladbach, DE

⑦2 Erfinder:  
Sinemus, Erich, Prof. Dr.-Ing., 3548 Arolsen, DE;  
Gutermuth, Dietmar, Dipl.-Ing., 3524 Immenhausen,  
DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	27 27 242 B2
DE	24 53 628 B2
DE	33 14 875 A1

⑤4 Verfahren zur bidirektionalen Übertragung von Digitalsignalen

Bei einem Verfahren zur bidirektionalen Übertragung von Digitalsignalen auf einer einzigen Übertragungsleitung nach einem Steuerungsablauf unter Nutzung des Master-Slave-Prinzips, wobei zur mehrkanaligen Übertragung eine Zeitmultiplex-Codiereinrichtung vorgesehen ist und mehrere Übertragungskanäle in einem Rahmen zusammengefaßt sind, ist vorgesehen, daß der Rahmen für die empfangenen Impulse durch eine Synchronisationseinrichtung in seiner zeitlichen Lage überprüft und für Sendeimpulse in eine solche zeitliche Lage gebracht wird, daß eine Überschneidung von Sende- und Empfangsrahmen beim jeweiligen Sender bzw. Empfänger unabhängig von der Entfernung vermieden wird, und daß die Rahmen periodisch gesendet werden und Senden und Empfangen innerhalb der Periodendauer bezüglich der Dauer der gesamten Nachricht gleichzeitig durchgeführt werden.

DE 3643834 A1

1. Verfahren zur bidirektionalen Übertragung von Digitalsignalen auf einer einzigen Übertragungsleitung nach einem Steuerungsablauf unter Nutzung des Master-Slave-Prinzips, wobei zur mehrkanaligen Übertragung eine Zeitmultiplex-Codiereinrichtung vorgesehen ist und mehrere Übertragungskanäle in einem Rahmen zusammengefaßt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rahmen für die empfangenen Impulse durch eine Synchronisationseinrichtung in seiner zeitlichen Lage überprüft und für Sendeimpulse in eine solche zeitliche Lage gebracht wird, daß eine Überschneidung von Sende- und Empfangsrahmen beim jeweiligen Sender bzw. Empfänger unabhängig von der Entfernung vermieden wird, und daß die Rahmen periodisch gesendet werden und Senden und Empfangen innerhalb der Periodendauer bezüglich der Dauer der gesamten Nachricht gleichzeitig durchgeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilnehmer die Nachrichten über eine galvanische Verbindung austauschen.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilnehmer Nachrichten über eine optische Verbindung austauschen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Endstellen der Verbindungseinrichtung in gleicher Weise konstruiert werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Streuung der Signallaufzeit zulässig ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß unabhängig von der zu überbrückenden Entfernung eine minimale zusätzliche Bandbreite notwendig ist.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich auch Endstellen, die keine Nachricht miteinander austauschen, auf den Datenstrom synchronisieren und so mit Daten versorgt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bandbreite der bidirektionalen Übertragung auf einer Leitung derart minimiert wird, daß sie nur 4 mal größer ist als die Bandbreite, die für eine ebenfalls bidirektionale Übertragung unter Verwendung von zwei Leitungen benötigt wird.
9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Teilnehmer (TA und TB) durch eine Datenleitung für bidirektionalen Betrieb verbunden sind, wobei zwei an sich gleichartige Datenendgeräte für Senden und Empfangen durch die Datenleitung verbunden sind und daß das Datenendgerät des rufenden Teilnehmers (TA) im Master-Betrieb arbeitet und daß die Datenendgeräte Impulse senden und empfangen, und daß Mittel vorgesehen sind, daß die Impulse sich zeitlich nicht überlappen.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur bidirektionalen Übertragung von Digitalsignalen auf einer einzigen Übertragungsleitung, wobei zur mehrkanaligen Über-

tragung eine Zeitmultiplex-Codiereinrichtung vorgesehen ist und mehrere Übertragungskanäle in einem Rahmen zusammengefaßt sind. Bei der Übertragung digitaler Signale besteht die Notwendigkeit, daß für einen Nachrichtenverkehr, der ohne Informationsverlust aufgenommen und aufrechterhalten werden soll, alle Digitalsignale auf der Nachrichtenverbindung synchronisiert sein müssen. Geht die Synchronisation verloren, ist die Nachrichtenverbindung unterbrochen. Die von der Zeitmultiplex-technik her bekannten Rahmen, in denen eine Anzahl von Kanälen untergebracht sind, so wie dies beispielsweise bei der Anwendung der Pulscodemodulation (PCM) geschieht, werden in einer bestimmten Periode gesendet und der Zeitpunkt des Eintreffens eines Rahmens am Empfangsort hängt von der Laufzeit der Impulse auf der Verbindungsstrecke ab. Je nach Länge und Art der Verbindung sind diese Laufzeiten unterschiedlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren für bidirektionalen Betrieb auf nur einer Übertragungsleitung zu schaffen, bei dem unabhängig von der jeweiligen Länge der Verbindungsleitung und damit für unterschiedliche Signallaufzeiten auf solchen Leitungen ein Nachrichtenaustausch mit Digitalsignalen im sogenannten Vollduplexbetrieb möglich ist. Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß der Rahmen für die empfangenen Impulse durch eine Synchronisationseinrichtung in seiner zeitlichen Lage überprüft und für Sendeimpulse in eine solche zeitliche Lage gebracht wird, daß eine Überschneidung von Sende- und Empfangsrahmen beim jeweiligen Sender bzw. Empfänger unabhängig von der Entfernung vermieden wird, und daß die Rahmen periodisch gesendet werden und Senden und Empfangen innerhalb der Periodendauer bezüglich der Dauer der gesamten Nachricht gleichzeitig durchgeführt werden.

Bei einem Verbindungsaufbau nach der Erfindung wird von zwei gleichwertigen Endstellen aus die Verbindungsleitung auf ankommende Digitalsignale überwacht und diejenige Endstelle, die zuerst in Sendebetrieb geht, übernimmt gleichzeitig die Masterfunktion, während die andere in Slave-Funktion arbeitet. Die um die doppelte Laufzeit und eine Zeit, die als Sendeverzögerung in der "Slave"-Endstelle entsteht, später empfangene Signale in der "Master"-Endstelle werden dort daraufhin überprüft, ob eine Überdeckung mit einem Senderahmen der "Master"-Endstelle vorhanden ist, mit der Maßgabe, daß für diesen Fall der nächste Senderahmen der "Slave"-Endstelle solange verschoben wird, bis eine solche Überschneidung eindeutig vermieden wird. Die hierfür notwendige Rahmenlage wird der "Slave"-Endstelle mitgeteilt, dort eingestellt und somit der Verbindungsaufbau abgeschlossen, womit der Nachrichtenaustausch im Synchronbetrieb eingeleitet ist.

Anders ausgedrückt, beruht die Funktion des Verfahrens darauf, daß beim Aufbau der Verbindung durch die innere Logik des ersten Teilnehmers (Master) der Rahmen der von Zeitmultiplex-Systemen her bekannt ist und bei der Pulscodemodulation (PCM) verwendet wird — und in dem eine bestimmte Anzahl von Übertragungskanälen enthalten ist — so auf seine zeitliche Lage überprüft und gegebenenfalls in seiner Lage verschoben wird, daß unter Berücksichtigung der Rahmenperiode der von der Gegenstation (Slave) gesendete Rahmen ohne Überschneidung empfangen wird, und zwar unabhängig davon, wie groß die Signallaufzeit auf der Verbindungsleitung ist. Der an sich höhere Bandbreitebe-

darf wird dabei minimiert.

Anwendungsgebiete der Erfindung sind Dialogsysteme in der modernen Kommunikationstechnik, bei denen der Bandbreitenbedarf minimal sein soll. Ein besonderer Vorzug des Verfahrens besteht darin, daß die Bandbreite in erster Näherung unabhängig von der Entfernung der Teilnehmer ist.

Die Erfindung kann überall dort eingesetzt werden, wo ein bidirektionaler Betrieb auf einer Leitung ohne Einsatz von Richtkopplern durchgeführt werden soll. Die Vorteile gegenüber dem Stand der Technik sind eine verringerte Bandbreite für alle Entfernungen von Sender und Empfänger. Gemessen an der Bandbreite, die üblicherweise für eine digitale Informationsübertragung zur Verfügung gestellt wird, benötigt das erfindungsgemäße Verfahren eine vierfache Bandbreite bei Übertragung der gleichen Bitrate.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen

Fig. 1 und 2 Impuls-Laufzeit-Diagramme für die Rahmen bezüglich zweier Teilnehmer A und B ohne und mit Synchronisation.

Fig. 3 stellt das Blockschaltbild einer Datenendstelle für bidirektionalen Betrieb auf einer Übertragungsleitung dar.

Fig. 1 zeigt das Impuls-Laufzeit-Diagramm für einen Teilnehmer A (TA) und einen Teilnehmer B (TB). Teilnehmer A sendet den Impulsrahmen A 1 zur Zeit  $t=0$  aus und Teilnehmer B empfängt diesen Rahmen A 1' nach einer Laufzeit  $T$ . Nach vollständigem Empfang des Rahmens, der üblicherweise 125  $\mu$ s lang ist, fängt B an zu senden, wobei wieder nach einer Laufzeit  $T$  das gesendete Signal B 1 bei A angekommen ist. Dort überlappt sich B 1' jedoch mit dem nächsten zu sendenden Rahmen A 2, sodaß ein ungestörter Betrieb in diesem Falle nicht möglich ist.

Fig. 2 zeigt die gleiche Übertragungsstrecke zwischen den Teilnehmern TA und TB, wobei durch eine Synchronisation erreicht wird, daß keine Überlappung der Rahmen stattfinden kann. Die störende Überlappung wird dadurch verhindert, daß der Rahmen B 1 von B nach einer Verzögerungszeit  $T$  gesendet wird, wobei die Verzögerungszeit so bemessen ist, daß der Rahmen erst dann bei A eintrifft, wenn dort der nächste Rahmen A 2 bereits gesendet ist. Die Zeit  $T$ , nach der der Rahmen B 1 nach Empfang des Signals A 1' von B gesendet wird, berechnet sich aus zweimal der Laufzeit des Signals plus Rahmenbreite.

Bei bidirektionalem Nachrichtenaustausch über zwei Leitungen würden die Rahmen ohne Lücke bei der bisherigen Norm in eine Breite von 125  $\mu$ s Dauer gesendet und empfangen werden. Falls nur eine Leitung zur Verfügung steht, müssen für Senden und Empfangen bestimmte zeitliche Lücken geschaffen werden. Das bedeutet, daß die Dauer des Rahmens beispielsweise nur noch die Hälfte oder ein Viertel des ursprünglichen Wertes von 125  $\mu$ s betragen darf. Der Bandbreitenbedarf erhöht sich deshalb im Vergleich zu einer Vierdrahtübertragung um den Faktor 4. Dies ist in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

Selbstverständlich gelten die Überlegungen auch für eine andere Rahmendauer und andere Frequenzbereiche, als sie in der bisherigen Norm festgelegt sind. Es läßt sich ausrechnen, daß bei einer Bandbreitenerhöhung um den Faktor 4 gegenüber dem bidirektionalen Betrieb auf 2 Leitungen man auch ohne Synchronisierung einen ungestörten Betrieb bis zu einer Entfernung von 6 km aufrechterhalten kann. Erst ab Entfernungen

von mehr als 6 km ist die Synchronisierung der Impulse vorteilhaft und erlaubt bei beliebigen Entfernungen einen ungestörten Nachrichtenaustausch.

Die Synchronisierung von Master und Slave wird im folgenden noch einmal ausführlich dargestellt.

Endstellen, die auf die gleiche Verbindungsleitung geschaltet sind, überwachen die Verbindungsleitung auf ankommende Signale. Falls eine Endstelle ein Signal empfängt, aus dessen Codierung sie herausliest, daß sie angewählt worden ist, sendet sie ein Quittierungssignal, das an der sendenden Stelle empfangen wird. Die sendende Stelle ermittelt aus der Zeit, die zwischen dem Senden des Signals und dem Empfang des Quittierungssignals verstrichen ist, die Laufzeit der Impulse zwischen beiden Stationen. Gleichzeitig geht die ursprünglich sendende Station in den Masterbetrieb, während die Station, die das erste Signal empfangen hat, in den Slavebetrieb schaltet. Vom Master wird die Rahmenlage der Slave-Endstelle mitgeteilt und dort eingestellt, d. h. die Verzögerungszeit wird übermittelt, nach der die Slave-Endstelle auf ein empfangendes Signal antworten soll. Damit ist der Nachrichtenaustausch auf dieser Strecke gesichert.

Der Sender-Empfänger wird anhand der Fig. 3 ausführlich erläutert. In dieser Figur ist das Gerät in Form eines Blockschaltbildes dargestellt. Die aus der Datenquelle, beispielsweise ein Mikrophon, stammenden Daten werden über den analog-digital-Wandler 17 auf den Sender 3 und von dort auf den Koppler 2 und auf die Nachrichtenstrecke 1 beispielsweise eine Glasfaser gegeben. Die Schaltung arbeitet im Master-Betrieb, so daß die vom Oszillator 9 erzeugten Taktsignale für die Sendedatenzeit bestimmt sind. Die empfangenen Signale laufen wiederum über den Koppler 2 zum Empfänger 4 und von dort zunächst zur Master/Slave-Erkennung 5, welche bewirkt, daß in dem vorliegenden Fall die hier gezeichneten Umschaltkontakte nicht betätigt werden. Als nächstes folgt die Taktrückgewinnung in der Schaltung 6. Die Schaltungsteile 7, 12, 15 und 16 dienen der Erzeugung der Rahmenlage-Information. Rahmen- und Taktsignale, sowie die registrierten Empfangsdaten gelangen zum Digital-Analog-Wandler 18 und werden dort umgesetzt.

Ist das Gerät in den Slave-Betrieb geschaltet, so erfolgt die Senderrahmenerzeugung über die Rahmenlageerkennung 10, die Senderrahmenverschiebung 11 im Schaltungsteil 14.

Dadurch wird im Slave-Betrieb der Senderrahmen nicht vom Oszillator 9, sondern von der Taktrückgewinnung 6 abhängig.

Es werden digitale Signale verarbeitet, welche im Zeitmultiplex bidirektional über die Leitung 1 übertragen werden. Der Koppler 2 sorgt für die Trennung von Sende- und Empfangssignal.

Der Aufbau einer Verbindung geschieht nun wie folgt: Ein Gerät ist an Strecke 1 angekoppelt und wird eingeschaltet, so läuft zunächst in 5 eine Überprüfungsroutine ab, um "Master-" und "Slave-Funktion" zuzuordnen. Dazu wird nach dem Einschalten für eine definierte Zeit im reinen Empfangsbetrieb gearbeitet, um festzustellen, ob bereits Daten auf der Strecke übertragen werden. Ist dies nicht der Fall, schaltet das Gerät automatisch auf "Master-Betrieb" um und beginnt mit der Datenaussendung über den Sender 3.

Die von der Gegenstelle über 4 empfangenen Daten dienen 6 zur Taktrückgewinnung. Mit dem rückgewonnenen Takt werden die Daten regeneriert und dem D/A-Wandler 18 zugeführt.

Aufgrund der Signallaufzeit auf der Strecke können allerdings die von der Gegenstelle empfangenen Daten teilweise oder gar vollständig innerhalb des eigenen Senderrahmens liegen (Fig. 1). In einem solchen Fall ist die Rückgewinnung der Information nicht mehr möglich. 5

Erkennt das Mastergerät über 15 eine solche Überlappung, wird daraus in 7 eine Information für das Slavegerät generiert und mit dem Datensignal gemeinsam übertragen. 10

Das Slavegerät empfängt diese Informationen, wertet sie in 10 aus, und verschiebt den eigenen Senderahmen so lange, bis ihm das Mastergerät einen überlappungsfreien Datenempfang signalisiert (Fig. 2).

Damit ist der Verbindungsaufbau abgeschlossen und 15 eine bidirektionale Übertragung eingeleitet.

Der zwischen zwei Endstellen beschriebene Nachrichtenaustausch läßt auch einen Verbindungsaufbau zu weiteren Endstellen zu, wobei diese weiteren Endstellen den Datenstrom auf der Verbindungsleitung für den Fall 20 abnehmen können, daß sie sich auf diesen Datenstrom synchronisieren, sie können sich jedoch nicht am Sendebetrieb beteiligen.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

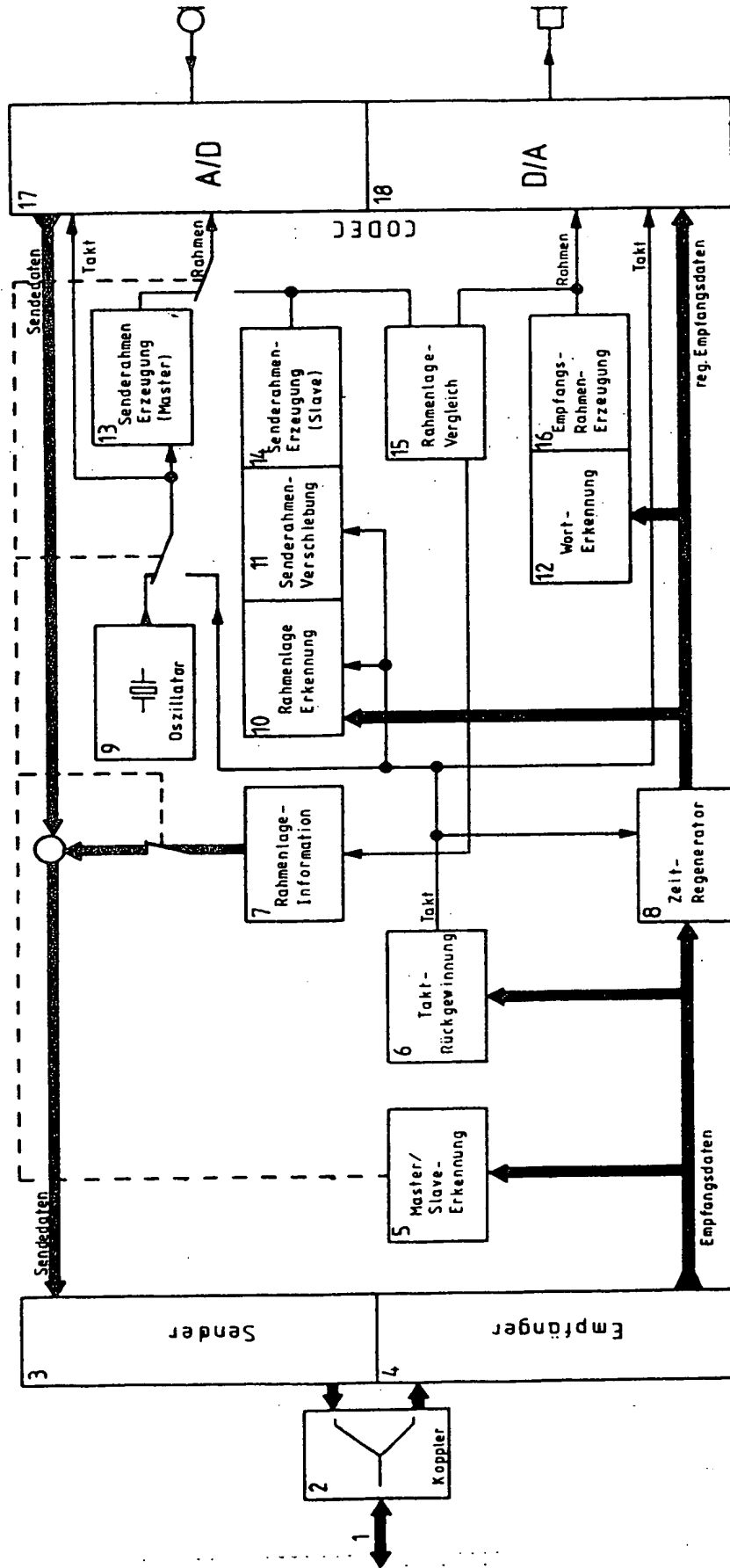


Fig. 3

3643834

10 1  
 Nummer: 36 43 834  
 Int. Cl.<sup>4</sup>: H 04 L 5/22  
 Anmeldetag: 20. Dezember 1986  
 Offenlegungstag: 30. Juni 1988

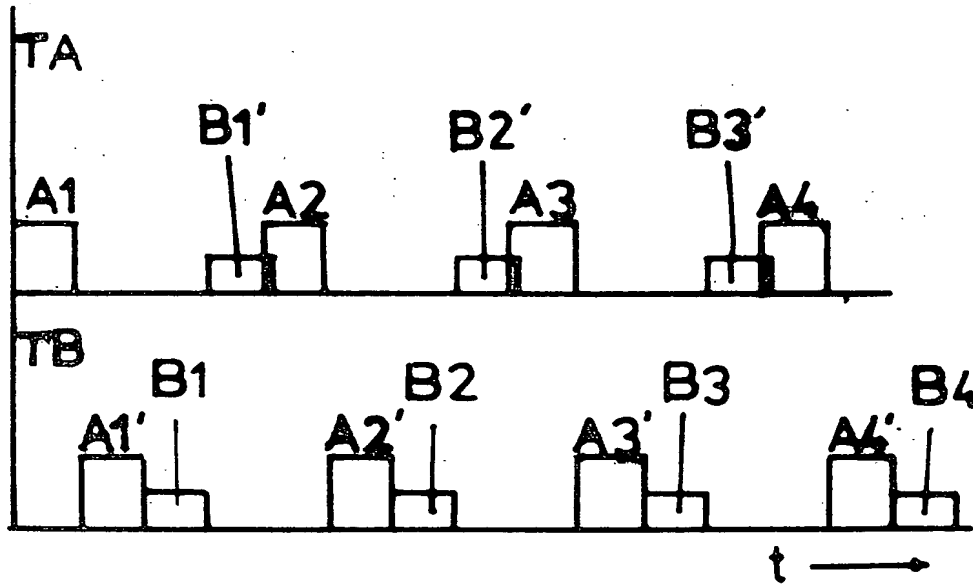


Fig. 1

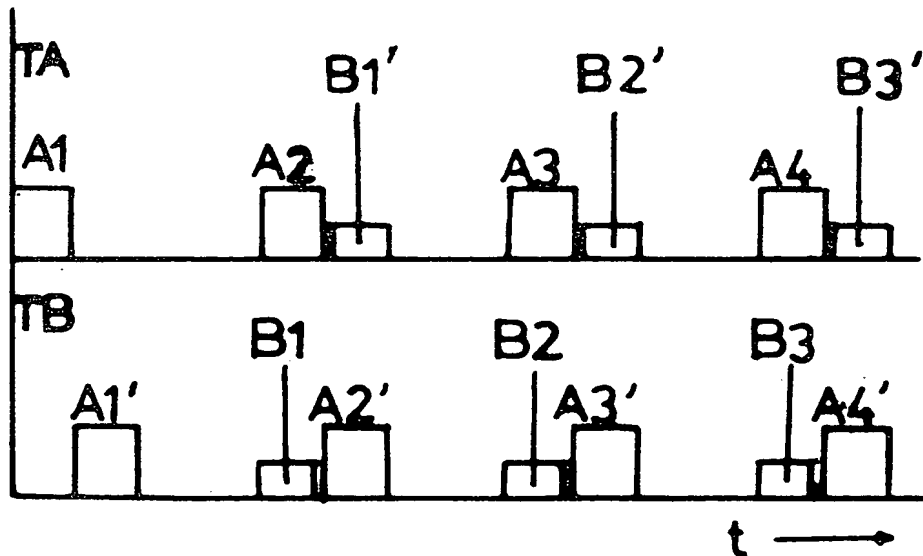


Fig. 2